

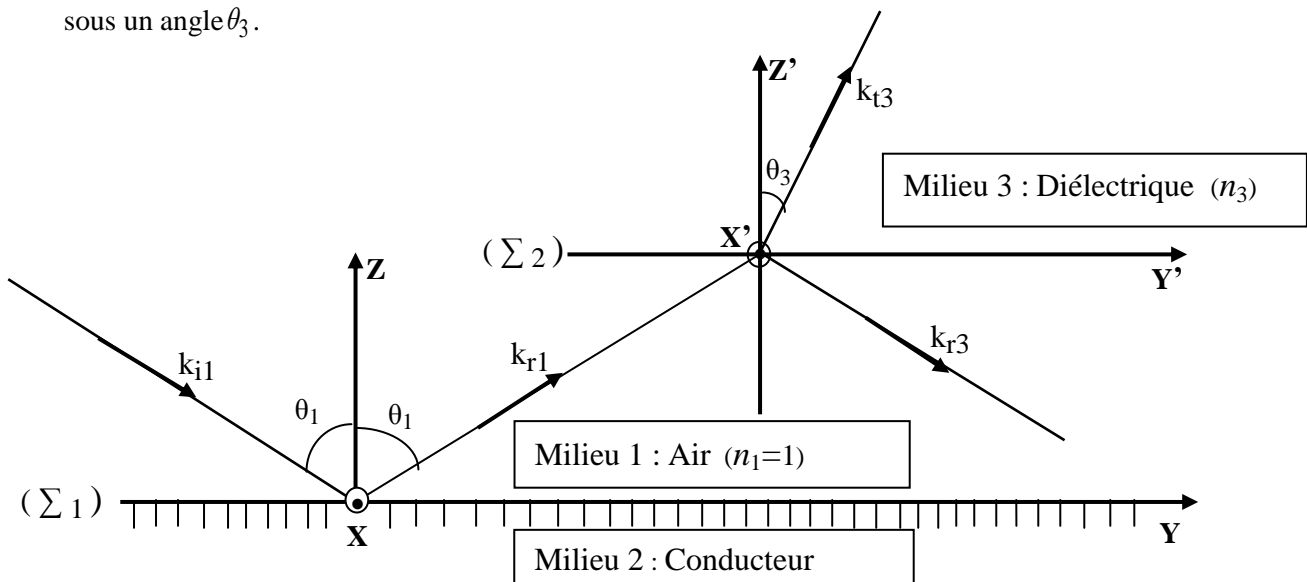
Examen de la session ordinaire  
 Juin 2022

**QUESTIONS DU COURS :**

- Rappeler les caractéristiques d'un ferromagnétique doux et d'un ferromagnétique dur, en précisant les domaines d'utilisation pratique de chaque matériau.
- Que représente dans un cycle d'hystérésis en coordonnées  $(\vec{J}, \vec{H})$  :
  - L'aimantation de saturation  $\vec{J}_s$ .
  - L'aimantation rémanente  $\vec{J}_r$ .
  - Le champ coercitif  $\vec{H}_c$ .

**ONDES ELECTROMAGNETIQUES DANS LES MILIEUX MATERIELS :**

Une OEM plane progressive monochromatique incidente  $(\vec{E}_{i1}, \vec{B}_{i1}, \vec{k}_{i1})$ , de pulsation  $\omega$ , se propageant dans l'air (**milieu 1**,  $\epsilon_0, \mu_0, n_1$ ), arrive sous un angle d'incidence  $\theta_1$  à la surface  $(\Sigma_1 = \text{plan YOX})$  d'un bon conducteur (**milieu 2**), en **mode fondamental de polarisation Transverse magnétique (TM)**. L'onde  $(\vec{E}_{r1}, \vec{B}_{r1}, \vec{k}_{r1})$  réfléchi sur la surface  $(\Sigma_1)$  du conducteur arrive à son tour à une deuxième surface  $(\Sigma_2 = \text{plan Y'O'X'})$ , séparant le milieu 1 (air) à un diélectrique non absorbant (**milieu 3**,  $\epsilon_r, \mu_0, n_3 > n_1$ ), donnant naissance à une onde  $(\vec{E}_{r3}, \vec{B}_{r3}, \vec{k}_{r3})$  réfléchi dans le milieu 1, et une onde  $(\vec{E}_{t3}, \vec{B}_{t3}, \vec{k}_{t3})$  transmise dans le milieu 3 sous un angle  $\theta_3$ .



- Représenter sur une figure les champs électromagnétiques  $(\vec{E}_{i1}, \vec{B}_{i1})$ ,  $(\vec{E}_{r1}, \vec{B}_{r1})$ ,  $(\vec{E}_{r3}, \vec{B}_{r3})$  et  $(\vec{E}_{t3}, \vec{B}_{t3})$ , en se basant sur les propriétés des O.E.M. planes.

- 2) Ecrire la relation qui existe entre les modules des vecteurs d'onde  $k_{i1}$ ,  $k_{r1}$  et  $k_{r3}$ .
- 3) Donner les expressions des vecteurs d'onde  $\vec{k}_{i1}$ ,  $\vec{k}_{r1}$ ,  $\vec{k}_{r3}$  et  $\vec{k}_{t3}$  dans la base cartésienne  $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ .
- 4) Ecrire les expressions des champs électromagnétiques réels :
  - a-  $(\vec{E}_{i1}, \vec{B}_{i1})$  de l'onde incidente.
  - b-  $(\vec{E}_{r1}, \vec{B}_{r1})$  de l'onde réfléchie sur la surface  $(\Sigma_1)$  du conducteur.
  - c-  $(\vec{E}_{r3}, \vec{B}_{r3})$  de l'onde réfléchie sur la surface  $(\Sigma_2)$  du milieu diélectrique.
  - d-  $(\vec{E}_{t3}, \vec{B}_{t3})$  de l'onde transmise dans le milieu diélectrique.

On désignera par :

$E_{0i1}$  et  $B_{0i1}$  les amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_{i1}$  et  $\vec{B}_{i1}$ .

$E_{0r1}$  et  $B_{0r1}$  les amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_{r1}$  et  $\vec{B}_{r1}$ .

$E_{0r3}$  et  $B_{0r3}$  les amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_{r3}$  et  $\vec{B}_{r3}$ .

$E_{0t3}$  et  $B_{0t3}$  les amplitudes respectives des champs  $\vec{E}_{t3}$  et  $\vec{B}_{t3}$ .

- 5) Déterminer l'expression du vecteur unitaire de la direction du champ électrique  $\vec{E}_{i1}(M, t)$  de l'onde incidente.

Préciser le type de polarisation de l'onde incidente.

- 6) -Déterminer le vecteur de Poynting  $\vec{R}_t(M, t)$  de l'onde transmise dans le milieu 3.  
-Que représente ce vecteur quant à la puissance électromagnétique transportée par l'onde ?

- 7) Sachant que le milieu conducteur (milieu 2) est un bloc de cuivre caractérisé par :

Conductivité électrique :  $\gamma = 5810^7 \text{ S/m}$ ,

Profondeur de pénétration de l'onde :  $\delta = 0.066 \text{ mm}$

Perméabilité magnétique du vide :  $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ H/m}$

Calculer la fréquence de l'onde électromagnétique incidente.

=====